

## 分散環境における 設計データ管理ワークフローシステム構築と実証

西野 義典<sup>(1)</sup> 赤坂広樹<sup>(1)</sup> 小泉寿男<sup>(2)</sup>

(1)三菱電機(株)設計システム技術センター

(2)東京電気大学理学部経営工学科

本論文では、電子機器設計を対象として分散拠点で設計を行う時のワークフローシステムについて提案する。従来の事務処理系で使用されるワークフローは業務流れと人(組織)を固定してフローを定義する方式であり、設計変更が多い、業務手順が機種毎に変わる、さらに拠点が分散しているという機器設計には適用が困難であった。著者らは、管理オブジェクトとデータオブジェクトに分けてデータモデルを作成し、ワークフローの制御は自律的な設計者にまかせることにより、データのライフサイクル(設計変更)を考慮したデータ管理ワークフローシステムが構成できることを実証し、データドリブン型のワークフローシステムが電子機器設計に有効であることを示した。

### The CAD data management workflow system which can handle the life-cycle of data in Distributed Environments

Yoshinori NISHINO<sup>(1)</sup> Hiroki AKASAKA<sup>(1)</sup> Hisao KOIZUMI<sup>(2)</sup>

(1)Design Systems Engineering Center, Mitsubishi Electric Corporation.

E-mail: {nishino, akasaka}@es.lmt.melco.co.jp

(2)Department of Computers and Systems Engineering, ToKyo Denki University.

**ABSTRACT.** This paper described the workflow system which can be adapted in an electronic equipment design area. In a business area, the work flow has pre-tightly-defined routing. The authors thought it is not useful in an engineering area, because ECOs(Engineering Change Orders) occur frequently there.

The authors propose the new workflow model which has the new data model consisting of the management object and the data object and the flow should be controlled by engineers themselves. The verification shows that the data driven type workflow model is more effective in an engineering area.

## 1. はじめに

電子機器設計の分野では、計算機を使った設計(CAD)が進んでおり、電子化された設計成果物保管する電子図書館や技術文書管理システムなどが利用されている。さらに、設計手順を電子化するためワークフロー・システムの利用も進んでいる。

拠点内での共同設計を支援するツールとしては各種のPDM(Product Data Management)システムがある[2]。PDMは設計データ管理、進捗管理などの機能を提供するものであり、LAN環境での支援を前提としているケースが大半である。

一方、電子機器開発においては、複数の企業が協調して設計を進めたり、海外の企業との連携を進めたりして設計拠点の分散化が進んでいる。とりわけ、設計を自社で行い、製造を他社に依頼する垂直分業に加えて、設計自身を他社と協同行う水平分業が多くなっている。

本論文では、分散共同設計環境の事例として、プリント基板のCADデータ管理を取り上げる。プリント基板の開発設計では様々なCADツールが使われ、CADデータは複数のデータ実体から構成されている。例えば、図面データ、シミュレーションデータ、ROM記述データなどである。

これらのデータは設計の最初から最後まで全体を一体としてまとめて管理する必要がある。一人が一貫してデータを作成すれば、管理は容易であるが、分散設計環境下では、異なる拠点の異なる担当者(会社が異なるケースもある)がそれぞれの設計データを作成している。設計データは後工程が参照する場合は期限までに作成完了が必要がある。開発設計はプロジェクト内では納期が決まっており、全員が同時に作業を完了する必要がある。また、設計成果物は上級管理者による照査、検認が必要であり、工程内ではこれらのワークフローのリードタイムを考慮する必要がある。

本論文では、分散環境における有効なワークフローモデルおよびデータドリブン型のワークフロー・システム方式を提案する。

提案するワークフローモデルはワークフローを設計者と管理者に分けて定義し、データ管理、設

計進捗管理、データのライフサイクル管理を実現する。本モデルにより複数の設計者からプロジェクトの進捗が参照でき、作業がコンカレントに進められるPDMシステムとして構成可能とする。

提案するワークフローのモデルに基づいて、複合したCADデータを管理する仕組みをイントラネット使って構築、ワークフローモデルの有効性を検証した。

## 2. 従来の方式

業務プロセスを電子化するあるいは共同設計作業を支援する仕組みとして、PDMシステムやワークフローシステムがある。ワークフローシステムは事務処理分野で使われることが多く、PDMは技術設計分野で使われることが多い[3,4,5]。一般的に、ワークフローシステムは単一の伝票を流す仕組みとしての性格が強く、副番管理などデータを管理する機能が弱い。PDMは設計データの管理の面が強く、プロセスを管理しワークフローをスムーズに流す仕組みが弱い。

PDMやワークフローシステムは、業務システムの手順を電子化するためのシステムであり、業務プロセスを事前に定義し、経路設定等を厳密に行う必要がある。つまり、ビジネスプロセスの定義、アクティビティの定義やルーティングの定義をあらかじめしておく必要がある[1]。

表 2.1 ワークフローシステムとPDMシステムの比較

分野	ワークフロ	PDM	分野の特徴
事務処理	○	×	データの更新少ない
技術設計	×	○	データの更新多い

(○:良い, ×:弱い)

しかし、業務分析等を通じて事前に電子化すべき手順を設定したとしても、時代の変遷による組織変更や業務改善による業務手順・内容の変化によりフローの見直しを行う必要がある。

従来は、ワークフローはルーチンワーク的な業務を主体に適用されてきた。つまり、事務系の業務処理ならば、簡単な例外処理はあるものの、稟議は自動的に回る仕組みが採用されてきた。技術系のPDMシステムにもワークフロー機能を持つものがあるが、例外処理や同期処理が多い設計業務に柔軟に適用できるものは少ない。PDMでも

適用はルーチンワーク的な業務に留まっている。

一方、電子機器設計分野では、ワークフローの機能として要求されることは、複合データをまとめて管理できるようにすること、個々の設計者が進捗を把握できること、ワークフロー内で時間軸を意識した作業ができること、設計変更やデータ流用が容易なことなどである。従来のワークフローシステムや PDM システムにはない業務のルーティングの手順が必要となる。

### 3. 分散環境におけるデータドリブン型のワークフローシステム

上記の課題を解決するためにデータドリブン型のワークフローシステムを提案する。

#### 3.1 データドリブン型のワークフローシステムのモデル

業務モデルとして電子機器設計で使われる複数の CAD(Computer Aided Design)データとそれらを管理する設計データ管理システムおよび業務手順を電子化するワークフローを取り上げる。

図3.1に本提案が対象とする業務モデルの概要を示す。

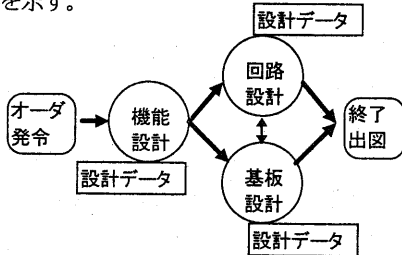


図3.1 電子機器設計の業務モデル

設計は“オーダ発令”(顧客からの注文)で始まる。設計手順は機器によって異なるが、電子機器の一般形態では、図3.1のように機能設計、回路設計、基板設計と進み、各設計フェーズでの Output(設計データ)を正式保管庫(電子図庫)に登録(出図という)して完了する。回路設計と基板設計はお互いにデータを交換しながらコンカレントに設計が進むことが多い。

本論文が扱うデータモデルは図3.2のようにオブジェクトモデルで表現される。管理オブジェクトには 5 W 1 H 1 L (who:自分は何にか、where:次にどこへいか、what:そこで何をするか、

why:エラーの対処、when:後工程はいつ必要としているのか、how:どのように処理するか、limit:出図はいつか)でモデルを表現する。

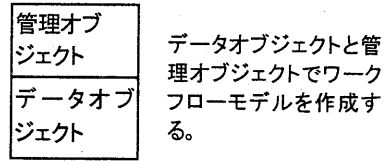


図3.2 データモデル

図3.1に示す設計フローに対応した設計データ管理システムを図3.3に示す。

設計者の端末や各サーバは分散配置されており、お互いに Intranet で接続されている。本システムはデータ管理機能とワークフロー機能を併せ持つ。

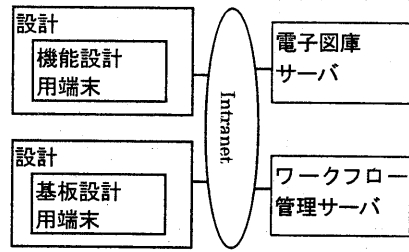


図3.3 ワークフロー機能を持つ分散設計データ管理システム

設計工程毎の成果物は電子図庫サーバに保管され、設計プロセスはワークフロー管理サーバで制御される。

設計プロセスのモデル化としては、業務内容や回覧先を示す部署名ではなく、データ中心のフロー図で表現する。設計データは設計者からの作用を受けて形を変える。図3.4に示すように、設計データはそれ自身が変更を受け形を変える場合と、参照や流用され別のデータに形を変える場合とがある。いずれの場合も、データの順序関係を示すだけで、プロセスの定義ができる利点がある。

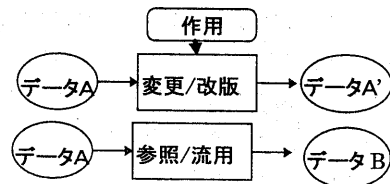


図3.4 データドリブンによるモデル化

### 3. 2 データドリブン型のワークフローシステムの提案

本論文で提案するデータドリブン型のワークフローシステムは、電子機器設計の分野において設計者と管理者の2つにモデルを分けて使用する。

#### (1) ライフサイクルの定義

設計成果物は全員で共有する必要がある。後工程ではデータを参照するプロセスがあれば、常に正しい副番のデータあるいは最新のデータを参照しなければならない。設計の後工程がデータを参照したり、流用したりできるか制御をするためにデータのライフサイクルを定義する。(図3. 5)。

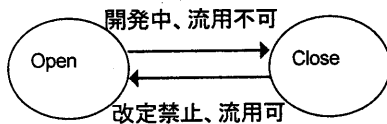


図3. 5 データのライフサイクル

データの Open 状態と Close 状態を定義し、Open 状態では、許可された者がデータの作成、更新が行える。第3者の流用は禁止される。Close 状態では、第3者がデータを参照することができる。逆に、オリジナルデータの作成者は勝手にデータ変更することは許されないと決める。

#### (2) データとアクセス権

本ワークフローモデルが参照する組織ヒエラルキを図3. 6に示す(分散した環境においてもモデルは変わらない)。Project 管理者が全体スケジュールを管理し、プロセス管理者が全体スケジュールに基づいた個別スケジュールを管理する。本モデルでは設計者が自律的に行動し、データオブジェクトを作成する。本提案のデータモデルでは組織モデル(つまり設計者や管理者)は陽には表現されない。ただし、データのアクセス権は組織モデルにより設定される。

ワークフローのモデルはデータドリブンで運営される。データに管理オブジェクトが付加され、オブジェクトが自律的に行動する。管理オブジェクトにはデータの更新権、作成権などのアクセス権の設定を含んでいる。データオブジェクトが電子図書館登録のために発呼されると、管理オブジェ

クトが付加されて、いっしょに行動する。

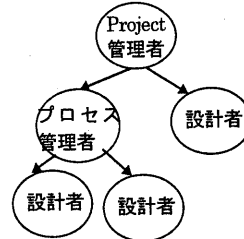


図3. 6組織モデル

#### (3) 作業の割り当て

ワークフローの一番最初は、“オーダー発令”による個々の設計者に対する作業の割り当てである。図3. 7で、○は管理オブジェクトを示す。

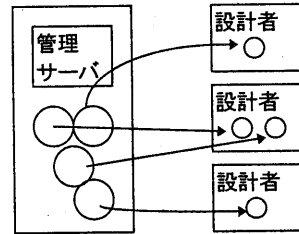


図3. 7作業割り当て

管理オブジェクトには 5W1H1L の情報が入っている。オーダーが発令されると、管理者は管理オブジェクトを生成し、設計者に伝達する。

設計者は管理オブジェクトを受けとり内容を確認して、設計作業に入る。

情報には機械が判断する情報と人間が判断できればよい情報とがあるが、作業指示は最終的には人間が判断すればよく、特別な記述方式は必要としない。

#### (4) 設計進捗管理

Project 管理者やプロセス管理者は設計の進捗を確認する必要がある。

設計プロセス毎に設計成果物が出力される(図3. 8)。成果物はデータオブジェクトとして電子図書館に登録される。登録時には、設計者は管理オブジェクトを付加し—この時に検認を受ける管理者を指定し、自動的に管理者に送付される。管理者は、管理オブジェクトの内容により、照査、検認を行い、電子図書館に「正」として保管する。開発中、つまり設計成果物が完了する前には、クライアントと管理サーバ間で成果物の情報

を交換することにより、進捗の把握ができる。

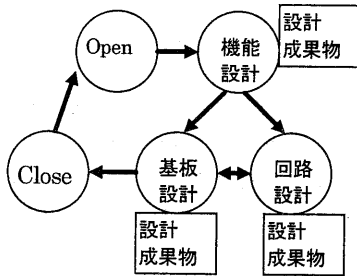


図3. 8設計進捗管理

#### 4. ワークフローシステムの構築

図4. 1に構築したワークフローシステムの構成を示す。

設計はCADツールに応じてパソコンかEWSを使って行われる。ワークフロサーバと電子図庫は1台のUNIXマシンで構成した。複数の設計者が本システムによりCADデータの管理を行う。

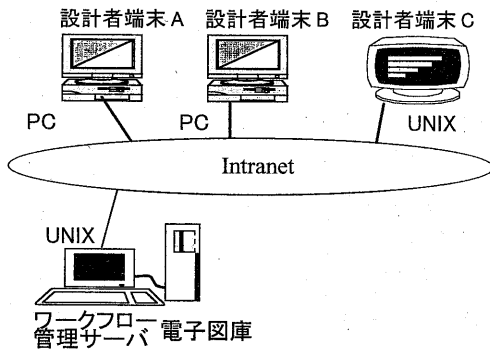


図4. 1 実証実験システム構成

表4. 1に作成するCADデータの種類と作成する端末の関係を示した。

表4. 1 CADデータの属性

CADデータ	内容	データ量	作成端末
回路図	図面データ。CAD固有フォーマット	2MB	A
VHDL	記述言語。テキスト	0.5MB	A
ROM図面	図面データ、CAD固有フォーマット	1MB	B
FOOTPRINT	基板図面データ。CAD固有フォーマット	3MB	C
GERBER	CAMデータ。固有フォーマット	2MB	C

設計者は完成した図面や設計文書を電子図庫に登録依頼する(図4. 2)。管理者はそれを受け取り、確認後サーバに保管する。

成果物はデータオブジェクトと管理データオブジェクトとを一緒にして登録する。

複数の設計者が自分の作業が終わるとアットランダムに登録を行う。前の設計データを使って設計を行う設計者は、前のエータの登録の完了を待って自分の設計を開始する。管理サーバ中の管理オブジェクトの中に、自分が使う旨を記述しておけば、前工程の登録同時に、登録完了メッセージが発呼される。プロジェクト管理者がClose処理を行うと、サーバに保管されたデータは正式に電子図庫に登録される。勝手な改定はできなくなる。改定する時は、副番更新(再Open)の特別な手続きが必要となる。

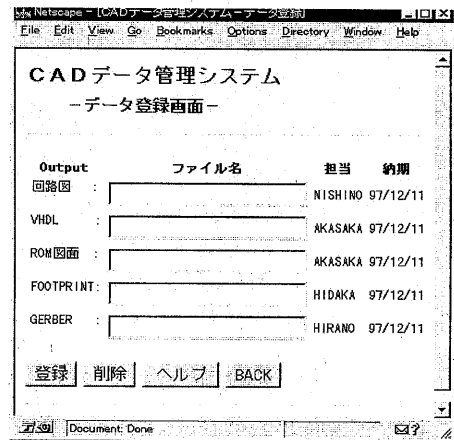


図4. 2データオブジェクト登録画面

#### 5. ワークフローシステムの実証

##### (1) 実証実験内容

図5. 1に本実験の全体の流れを示す。作業の割り当て、設計作業（設計成果物の作成）、進捗の確認、成果物の登録の一連の流れを検証した。管理オブジェクトを各設計者へ発行し、作業割り当てを実施する。各設計者は作業割り当てに応じて設計を進め、所定の成果物を納期までに作成する。

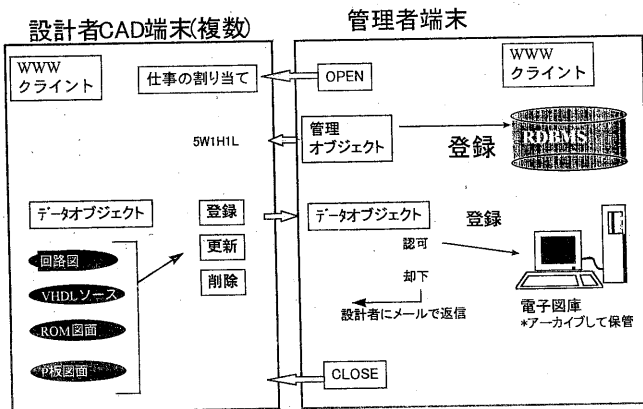


図5.1 本実験の全体の流れ

(2) 作業の割り当ての検証

作業の割り当てには、オーダに応じて設計者と設計成果物を対応をサーバに登録することにより実施。同時に設計者へは5W1H1Lをメールで送った。会議や文書で作業指示を行うより早期に設計作業に取りかかれる。

(3) スケジュール管理

図5.2に進捗管理の画面を示す。成果物の担当と納期および登録日が一覧で参照できる。分散した環境にいる設計者でも自分の作業のスケジュールと全体の進捗とを常に把握することができた。

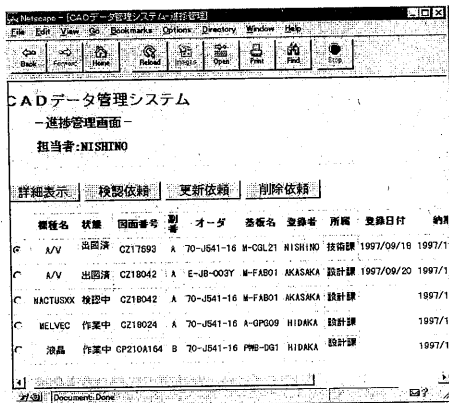


図5.2 進捗管理画面

(3) 成果物の登録

管理オブジェクトにより、設計者は常に要求されている Output が明確になり、いつまでに何をすれば良いかが明確になった。

6. 評価と考察

事務処理系のワークフローモデルでは業務と人(組織)とを初めに固定する必要があったが、本提案によるデータドリブン型のワークフローモデルによれば、設計プロセスが柔軟に構成できることを示した。機器の設計分野では、設計者に適応するワークフローとしては、いつまでに何をするか、つまり Output と期限を明確にすれば良く、細かな業務手順の正規化等は必要ないことを実証シ

ステムにより検証した。特に、データドリブン型のワークフローシステムは CAD データ管理の分野では有効であることが実証できた。

7. 結論

事務処理系ではワークフローは人(組織)を中心にフローを構成するが、技術設計分野では、人よりもデータを中心にワークフローを構成する方が有効であることを提案し、検証した。

今後は、適用範囲を広げ、設計全般に渡るワークフロー定義などの研究を進める計画である。

【参考文献】

- [1] 電気学会、//lily.sipeb.aoyama.ac.jp/horiuchi/WFC/glossary/table.htm/、ワークフロ用語集。
- [2] 速水、"ワークフロー・ソフトの基本原則"、日経コンピュータ 1997.9.1,pp204-pp217(1997)。
- [3] 垂水、"グループウェア・ワークフローの研究動向"、信学技報 KBSE97-30(1998/01)。
- [4] 神谷、龍野、山本、"WWW を用いたワークフロー管理システムに関する変更容易性の評価"、信学技報 KBSE97-13(1997/03)。
- [5] 堀内、飯島、"ワークフロー管理システムの有効性について"、オペレーションズ・リサーチ、1996/10 vol41.No.10(1996/10)。